

OTPADNE VODE TOPOLE

*Goran Marković¹, Aleksandar Vujić², Jelena Vujić¹,
Jelena Mladenović, Jelena Pantović¹*

Izvod: U radu su prikazane osnovne karakteristike i kvalitet otpadnih (kanalizacionih) voda Topole pre i posle procesa prečišćavanja. Na gradsku kanalizacionu mrežu Topole su priključena isključivo domaćinstva i ugostiteljski objekti, tako da su u tretmanu otpadnih voda primenjeni postupci mehaničkog i biološkog prečišćavanja. Centralno mesto u Postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda zauzima bioaeracioni bazen u kome se mikrobiološkom razgradnjom smanjuje prisutno organsko zagađenje. Značajno sniženje vrednosti osnovnih pokazatelja organskog zagađenja BPK₅ (81,84%) i HPK (82,27%) u otpadnoj vodi nakon procesa prečišćavanja potvrđuju efikasnost i opravdanost primenjenog tehnološkog postupka.

Ključne reči: otpadne vode, Topola, prečišćavanje, bioaeracija

Uvod

Ciklusi korišćenja vode u prirodi su zatvoreni - postoji povratna sprega ispoljena u uticaju iskorišćenih (najčešće zagađenih) voda na prijemnike. Uvek je aktuelno pitanje kakve su posledice delovanja ovih voda na čoveka i životnu sredinu u celini. Cilj prerade otpadnih vode je dobijanje prečišćene vode čiji je kvalitet takav da neće ugroziti floru i faunu recipijenta. Kriterijum prečišćavanja se određuje za svaku konkretnu situaciju, uzimajući u obzir mogućnost samoprečišćavanja recipijenta i stanje ukupne zagađenosti svih površinskih voda na jednom području. Tehnološki procesi koji se primenjuju u tretmanu otpadnih voda su često složeni i skupi, posebno u slučaju kada otpadne vode sadrže toksične i biološki nedegradabilne supstance. Prerada takvih otpadnih voda ima veliki sanitarno-epidemiološki značaj (Stamenković, 2003).

Na području Centralne Srbije postoji nekoliko Sistema za prečišćavanje gradskih (kanalizacionih) voda među kojima je i Postrojenje za preradu otpadnih voda Topole. Postrojenje kontinuirano radi od 2006. godine. Projektovani kapacitet za prečišćavanje otpadnih voda iznosi 8.000 ES (ekvivalentnih stanovnika), pri čemu dnevni protok varira u rasponu 600 – 1200 m³/dan. Na gradsku kanalizacionu mrežu Topole su priključena domaćinstva i ugostiteljski objekti. Odsustvo industrijskih otpadnih voda uslovljava primenu samo mehaničkog i biološkog tretmana. Centralno mesto u Postrojenju zauzima bioaeracioni bazen u kome se mikrobiološkom razgradnjom vrši digestija i smanjivanje prisutnog organskog zagađenja (Anonimus, 2005).

Cilj istraživanja rada bio je da pokaže efikasnost Postrojenja za preradu otpadnih voda grada Topole. Prikazani su rezultati fizičko-hemijskih, mikrobioloških i bioloških

¹ Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija (jelenakovacic79@gmail.com);

² Šljivko d.o.o., 34314 Donja Šatornja, Srbija (vuja17@yahoo.com).

analiza obavljenih u laboratorijama Instituta za javno zdravlje u Kragujevcu i Agronomskog fakulteta u Čačku tokom 2014. 2015. godine.

Materijal i metod rada

Uzorkovanje za fizičko-hemijske, mikrobiološke i biološke analize otpadnih voda Topole je obavljeno 30.7.2014., 7.11.2014. i 6.5.2105. godine. Analiziran je veći broj fizičko-hemijskih pokazatelja kvaliteta otpadnih voda, od kojih su posebno praćeni BPK₅ i HPK. Mikrobiološkim ispitivanjima u otpadnoj i prečišćenoj vodi su određivane ukupne koliformne bakterije, ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, streptokoke fekalnog porekla, sulfitoredukujuće klostridije, *Pseudomonas aeruginosa* i *Proteus* vrste. Izvršeno je poređenje dobijenih rezultata sa kriterijumima o kvalitetu otpadnih voda propisanim Pravilnikom o načinu i minimalnom broju ispitivanja kvaliteta otpadnih voda (Sl. glasnik SRS br.47/83 i 13/84).

U biološkoj laboratoriji Agronomskog fakulteta je izvršen mikroskopski pregled otpadne vode i aktivnog mulja uzorkovanih 23.9.2015. godine korišćenjem mikroskopa (W 30610-115 Monocular Corse Mikroskope Model 100 LED) i primenom stadardnih ključeva za identifikaciju (APHA, 1998; Grginčević i Pujin, 1998).

Rezultati i diskusija

Fizičko-hemijske analize otpadnih voda pre Postrojenja za preradu otpadnih voda ukazuju na promenljiv kvalitet uslovljen dinamikom emisije i godišnjim dobom u kome se vršilo uzorkovanje. U otpadnoj vodi je registrovano umereno do veće organsko zagađenje što potvrđuje prosečna vrednosta BPK₅ - 54,66 mg/L (variranja 35 – 85 mg/L). Visok stepen organskog zagađenja u pojedinim periodima godine potvrđuju povišene vrednosti nejonizovanog amonijaka, u proseku 5,98 mg/L (2,0 – 9,0 mg/L), povremena povećanja koncentracija masti i ulja i deterdženata. To je očekivano uzimajući u obzir da otpadne vode potiču iz domaćinstava i ugostiteljskih objekata (otpaci hrane, sredstava za pranje, fekalije i drugi prehrambeno-sanitarni otpad).

Fizičko-hemijske analize otpadnih voda nakon tretmana u Postrojenju ukazuju na njihov znatno bolji kvalitet. To potvrđuje i smanjenje prosečnih vrednost BPK₅ koje u proseku iznose 8,87 mg/L i njihovo znatno manje variranje (8 – 10 mg/L). Efikasnost primenjenog postupka prečišćavanja potvrđuje i skoro potpuna eliminacija amonijaka u prečišćenoj vodi – prosečan sadržaj iznosi 0,17 mg/L (sniženje od 96,72% u odnosu na ulazne otpadne vode). Oksidaciju prisutnog amonijaka i drugih azotnih jedinjenja prate značajna povećanja nitrata u otpadnoj vodi nakon postupka prečišćavanja – prosečni sadržaj iznosi 13,83 mg/L (povećanje od 131,27% u odnosu na ulaznu vodu).

Degradaciju prisutnih organskih supstanci primenjenim bioaeracionim postupkom potvrđuju i smanjene koncentracije masti i ulja – u proseku 11 mg/L (sniženje 61,17%) i deterdženata 0,42 mg/L (sniženje 82,17%). Najmanje umanjeње (53,27% ukupnog) je registrovano u sadržaju suspendovanih materija što je očekivano uzimajući u obzir heterogenost otpadnih voda koje dolaze na preradu i samog postupka prečišćavanja.

Najvažniji pokazatelji organskog zagađenja vode – BPK₅ i HPK potvrđuju efikasnost primenjenog tehnološkog postupka prečišćavanja otpadnih voda Topole

(Tabela 1.). Izvršeno je upoređivanje dobijenih vrednosti BPK₅ sa vrednostima ovog parametara u drugim Sistemima prerade u našoj zemlji (Radovanović, 2001; Gavrilović i sar., 2006; Miletić, 2015). Najveća sličnost je uočena sa vrednostima dobijenim za otpadne vode Postrojenja u Gornjem Milanovcu gde sniženje BPK₅ iznosi 82,5% . Reč je o sistemu sa biaeracionim bazenom u kome se obavlja kontinuirana aerobna digestija uz stabilnu populaciju mikroorganizama razlagača.

Tabela 1. Variranja BPK₅ i HPK u otpadnim vodama Topole
Table 1. Variation of BOD₅ and COD in wastewater of Topola

Parametar <i>Parameter</i>		Datum / <i>Data</i>			% smanjenja <i>% reduction</i>			Ukupno smanjenje (%) <i>Total reduction (%)</i>
		30.07. 2014.	07.11. 2014.	06.05. 2015.	30.07. 2014.	07.11. 2014.	06.05. 2015.	
BPK ₅ (mg/L)	pre /before prečiš/purif.	35	44	85	77.15	77.27	89.89	81.84
BOD ₅ (mg/L)	posle/after prečiš/purif	8	10	8.6				
HPK (mg/L)	pre /before prečiš/purif.	41	52	102	78.05	78.85	89.90	82.27
COD (mg/L)	posle/after prečiš/purif	9	11	10.3				

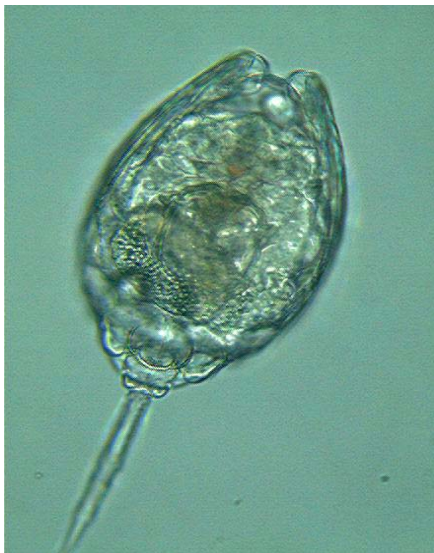
Analize izvršene tokom 2014. i 2015. godine ukazuju na značajno poboljšanje kvaliteta otpadnih voda Topole nakon tretmana u Postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda. Prečišćena voda je bila u pogledu svih pokazatelja zadovoljavajućeg kvaliteta (prema kriterijumima Uredbe o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje, Sl. gl. RS 67/2011, Uredbe o graničnim vrednostima u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje, Službeni glasnik RS 50/2012 i Zakona o vodama (Službeni glasnik SRS 33/10) i nije dovela do dodatnog zagađenja neposrednog recipijenta, reke Kamenice.

Mikrobiološke analize ulaznih otpadnih voda ukazuju na umeren do visok stepen kontaminacije bakterijama fekalnog porekla. Mikrobiološke analize otpadnih voda posle procesa prečišćavanja. ukazuju na poboljšan kvalitet vode koja se ispušta u recipijent.

U otpadnoj vodi posle Postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda nije registrovano prisustvo *Proteus* sp. i *Pseudomonas aeruginosa*, uz smanjenu brojnost drugih potencijalno patogenih bakterija. Međutim, i dalje je prisutno fekalno zagađenje visokog stepena, karakteristično za sanitarne otpadne vode. Tome doprinosi, pored porekla otpadnih voda, činjenica da je u postupku prerade primenjen mehanički i biološki postupak bez ili sa minimalnom upotrebom hemijskih sredstava.

Mikroskopski pregled otpadne vode i aktivnog mulja potvrđuju povoljnost opštih ekoloških uslova u kojima se odvija razgradnja prisutnih organskih supstanci. Najbrojniji su predstavnici mezofilnih grupa bakterija, ali je registrovano i prisustvo organizama koji naseljavaju i vode manjeg stepena organskog zagađenja. Prvenstveno

se to odnosi na masovan nalaz predstavnika vrste *Lecane bulla* (Rotatoria) (Slika 1) koja naseljava vode sa manjim organskim zagađenjem (oliogosaprobne i beta-mezosaprobne). Povoljan kiseoničan režim omogućuje da aktivni mulj, pored razlagača, naseljavaju i pojedine kategorije proizvođača što potvrđuje nalaz končastih zelenih algi (Chlorophyta) iz roda *Oedogonium* (Slika 2).



Slika 1./ Figure 1. *Lecane bulla*



Slika 2./ Figure 2. *Oedogonium* sp.

Visok sadržaj organskog materijala predstavlja povoljan medijum nekim heterotrofima koji naseljavaju ovu sredinu da svojim životnim aktivnostima ubrzavaju mineralizaciju. Evidentirano je masovno prisustvo valjkastih glista (Nematoda).

Zaključak

U radu su prikazane osnovne karakteristike i kvalitet otpadnih (kanalizacionih) voda Topole pre i posle procesa prečišćavanja. Centralno mesto u Postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda zauzima bioaeracioni bazen u kome se mikrobiološkom razgradnjom smanjuje prisutno organskog zagađenja. Značajno sniženje vrednosti BPK₅ (81,84%) i HPK (82,27%) u otpadnoj vodi nakon procesa prečišćavanja potvrđuju efikasnost primenjenog tehnološkog postupka.

Mikrobiološke analize otpadne vode ukazuju da su, nakon tretmana, dobijene vrednosti u okviru normativa. Međutim, u otpadnoj vodi koja se ispušta u recipijent, reku Kamenicu, i dalje je prisutno fekalno zagađenje visokog stepena. Zbog toga se preporučuje da se nakon svih faza prerade, obavezno vrši završno hlorisanje radi smanjenja mikrobiološkog zagađenja. Time bi se vodotok recipijenta sačuvao od dodatnih zagađenja i rečna voda bezbedno mogla koristiti za navodnjavanje i druge potrebe.

Literatura

- Anonimus (2005). Arhiva projektne dokumentacije postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (P.P.O.V.) Kamenica, Topola.
- APHA (1998). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17th ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- Gavrilović R., Marković G., Spasojević M., Mandić L. (2006). Prečišćavanje otpadnih voda opštine Gornji Milanovac. 35. Konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, Zlatibor, 333-338.
- Grginčević M., Pujin V. (1998). Hidrobiologija – priručnik za studente i poslediplomce. Ekološki pokret Novog Sada, Novi Sad.
- Miletić M. (2015). Karakteristike i tretman kanalizacionih voda Kragujevca, Završni rad. Agronomski fakultet, Čačak.
- Radovanović K. (2001). Efekat prečišćavanja otpadnih voda na postrojenju JKP-a "Bukulja", Završni rad. Viša tehnološka škola, Arandelovac.
- Stamenković M. (2003). Tehnologija vode. Viša tehnološka škola, Arandelovac.

WASTE WATER OF TOPOLA

*Goran Marković¹, Aleksandar Vujić², Jelena Vujić¹,
Jelena Mladenović¹, Jelena Pantović¹*

Abstract

In this paper we can see the basic characteristics and the quality of wastewater of Topola before and after the process of purification. Only households and catering Facilities are connected to the town's sewage network, so that at treatment of wastewater, only mechanical and biological procedures of purification are applied. The central place at the Plant for waste water purification is bioaeration pool, where microbiological degradation reduces the presence of organic pollution. The significant reduction of values of basic organic pollution indicators BOD₅ (81,84%) and COD (82,27%) in wastewater after the purification process confirm the efficiency and justification of the applied technological process.

Key words: wastewater, Topola, purification, bioaeration

¹ University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (jelenakovacic79@gmail.com);

² Šljivko d.o.o., 34314 Donja Šatornja, Srbija (vuja17@yahoo.com).